

Я. Сосновский, Е. Арьев,  
*Ассоциация ЭКОСТ, Иерусалим, Израиль*

## **СИСТЕМНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕНДЕНЦИЙ И ПЕРСПЕКТИВ РАЗВИТИЯ МИРОВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ. ОСОБЕННОСТИ ИЗРАИЛЯ**

This article presents the basic elements for a systematic approach to the energy economy development on the example of Israel.

Из десяти наиболее важных глобальных проблем человечества в XX веке первоочередной признана комплексная проблема энергии «4Э»: ЭНЕРГЕТИКА – ЭКОЛОГИЯ – ЭКОНОМИКА – ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ. Та же цель поставлена ООН на XXI век [1].

Закономерно расширение объема и интенсивности научных исследований по этой проблеме с использованием постоянно совершенствуемых методов, моделей и вычислительной техники.

Департаментом энергетики США в 1982 г. был разработан и используется в ежегодно уточняемых долгосрочных прогнозах спроса на энергию модуль *NEMS* (национальная система моделирования спроса на энергию) [2]. Сопоставление прогнозных и фактических показателей за 25 лет (с 1982 по 2007 гг.) подтвердило их достаточную близость.

В России подобные прогнозы на 15–20 лет в мировом масштабе разрабатываются и периодически корректируются большими научными коллективами. Рассматриваемая редакция прогноза на период до 2040 г. подготовлена научными коллективами Института энергетических исследований Российской академии наук и Центра энергетических исследований московской высшей школы экономики «Сколково» (всего более 20 чел.) с использованием информационно-модельного комплекса *SCANNER*, на базе данных 135 регионов, стран и групп стран мира [3]. Предыдущий прогноз был опубликован в 2013 г.

За период с 1860 г., в зависимости от преобладающего вида первичного топлива, в развитии мировой энергетики условно выделяют три этапа – энергетических перехода (в скобках указаны среднегодовые темпы роста потребления первичной энергии, %):

- 1) 1860–1900 гг. – от биомассы, включая дрова и отходы, к углю (2,24);
- 2) 1900–1950 гг. – от угля к нефти (1,8);
- 3) 1950–2000 гг. – от нефти к газу (3,1).

Нынешний, четвертый этап (2000–2040 гг.) характеризуется все более интенсивным использованием возобновляемых и альтернативных источников энергии (ВИЭ), ускоренными темпами использования новых научно-технических достижений.

Этот общий вывод основывается на комплексной оценке направлений развития энергетики мира по широкому кругу показателей использования отдельных видов первичной энергии: объемы потребления, производства, переработки и торговли энергоресурсами: цены, параметры конкуренции, динамика ввода новых мощностей, объемы выбросов CO<sub>2</sub>, а также реакция рынков и ключевых игроков на динамику указанных факторов.

Рассматриваются три возможных варианта развития мировой энергетики (в скобках – среднегодовые темпы роста потребления первичной энергии, %):

- консервативный – сохранение современных темпов нововведений и государственной энергетической политики (1,0);
- инновационный – ускорение темпов нововведений и государственной энергополитики (0,8);
- энергетический переход – наиболее результативный за счет дополнительного ускорения научно-технического прогресса и фокусировки государственной политики на использовании безуглеродных технологий (0,6).

Основные выводы о направлениях развития мировой энергетики на прогнозируемый период сводятся к следующим.

Под влиянием изменений в энергополитике и развитии новых технологий, мир входит в этап 4-го энергетического перехода: к широкому использованию возобновляемых источников энергии и вытеснению ископаемых видов топлива. Рост мирового первичного энергопотребления существенно замедлится к 2040 г., в том числе, за счет энергоэффективности.

Быстрое развитие использования возобновляемых источников энергии позволит к 2040 г. обеспечивать 35–50 % мирового производства электроэнергии и 19–25 % всего энергопотребления.

Из ископаемых топлив только газ сможет нарастить свою долю в мировом энергобалансе до 24–26 %; уголь снизит свою долю с 28 до 19–23 %. От 870 до 1800 млн тнэ потенциального потребления потеряет нефтяной рынок из-за роста эффективности транспортных средств и распространения транспорта на альтернативных источниках энергии; главной альтернативой при этом становится электротранспорт. Электромобили сжимают нефтяной рынок, но дают новый импульс росту спроса на электроэнергию; это открывает дополнительные возможности для источников ее производства.

Электроэнергетика стремительно преобразуется. Быстро развивается децентрализованная генерация: потребители из пассивных превращаются в активных игроков системы, идет энергичный поиск решений в области накопления электроэнергии, и начинается трансформация электроэнергетических рынков.

На нынешнем этапе развития мировой энергетики не ожидается технической революции, но прогнозируется ускоренное внедрение технологических инноваций. Среди них выделяют семь направлений: энергоэффективность; декарбонизацию, водородную электрификацию; возобновляемые источники энергии; хранение энергии; уменьшение единичной мощности установок; распределенную энергетику.

Наиболее осторожные прогнозы динамики потребления первичной энергии относятся к транспортному сектору, доля которого в настоящее время составляет примерно 70 % общего потребления; сохраняется значительная неопределенность влияния электрификации транспорта на динамику спроса на первичную энергию.

Данные по Израилю в рассматриваемом Прогнозе не выделены из суммарных показателей группы 15 стран Ближнего Востока.

По нашей оценке, исходя из текущей информации, в настоящее время душевое потребление электроэнергии в Израиле выше среднего по этой группе стран в полтора раза, в том числе: Турции и Ирана – вдвое, Египта в пять раз, Саудовской Аравии в 1,7 раза.

До настоящего времени Израиль полностью импортирует нефть и нефтепродукты, но при этом имеет развитую нефтеперерабатывающую отрасль и экспортирует значительную долю нефтепродуктов более высоких стадий переработки. На предприятиях этой отрасли имеют место значительные потери сырья, объемы вредных выбросов в атмосферу и связанные с этим высокие показатели заболеваемости населения [2].

Представляется актуальным определить оптимальный уровень развития отечественной нефтепереработки, осуществить ее технологическую модернизацию, а также рациональное рассредоточение предприятий по территории страны.

Действующие госпрограммы энергосбережения не опираются на многовариантные прогнозы развития энергетики и ограничиваются лишь целью экономии электроэнергии. Таким образом, вне анализа остаются резервы экономии на транспорте и прочих составляющих энергокомплекса страны.

Наиболее перспективными направлениями развития мировой энергетики в рассматриваемом Прогнозе признаны:

- использование возобновляемых и альтернативных источников энергии;
- создание солнечных электростанций;
- использование энергонакопителей;
- максимальное использование низко- и среднетемпературного тепла солнечных бойлеров, в т. ч. размещаемых на крышах зданий.

Солнечные бойлеры позволяют на 80 % (расчетно, по доле солнечных дней в году) снизить потребление электроэнергии на обогрев воды в жилых и коммерческих зданиях.

В 2011 г. в Израиле было отменено ограничение установки бойлеров на крышах зданий до 8 этажа включительно, что должно существенно способствовать более широкому применению этого вида ВИЭ. При этом, достигаемая экономия энергии не выделяется в ежегодных государственных статотчетах, а лишь справочно – в статистике Минэнерго, естественно, исходя из установленного числа солнечных бойлеров и приблизительной оценки их загрузки.

До 30 % потребляемой в стране конечной энергии приходится на процессы нагрева в производственном и коммерческом секторах [4]. В ряде зарубежных стран для процессов низко- и среднетемпературного нагрева (до 160 °С) используются различные устройства преобразования энергии солнца. Так, подогрев воды до 35–55 градусов с помощью пластмассовых солнечных коллекторов позволяет экономить 20–50 % традиционного топлива; окупаемость инвестиций составляет 2–6 лет, срок службы установок – 20–30 лет. В Израиле солнечные коллекторы применяются в синагогах для подогрева воды в миквах взамен сжигания мазута. В связи с тем, что КПД солнечных электрических установок не превышает 30 %, а остальные 70 % выделяются в виде тепловой энергии, разработаны методы прямого их использования, в частности, на установках опреснения морской воды, доля которой непрерывно растет в общем водном балансе страны, приближаясь к 100 %.

С целью сглаживания колебаний спроса на электроэнергию на протяжении суток, в стране строится гидроаккумулирующая электростанция мощностью 300 МВт. Используется также мировой опыт применения энергонакопителей, позволяющих сглаживать неравномерность спроса на электроэнергию на протяжении суток. По этому направлению Израиль существенно отстает, в частности, от Японии, где уже в 2003 г. было 5 тыс. таких установок централизованного типа и 48 тыс. децентрализованного; в Израиле в настоящее время их имеется всего лишь 25 единиц [5].

В условиях враждебного окружения и многократного кризисного роста в 70-е гг. мировых экспортных цен на нефть, страна вынуждена была резко

ограничить ее использование в топливной корзине электростанций за счет увеличения импорта более дешевого угля из нескольких десятков стран мира. Это привело к существенному увеличению объема вредных выбросов.

С 2004 г. в стране в промышленных масштабах используется собственный природный газ. С 2008 г. начался импорт природного газа из Египта, его доля в отдельные годы в топливной корзине электростанций достигала 39 %.

Ввиду частых перебоев с поставками, в т.ч. из-за случаев вредительства на египетском участке газопровода, низкого качества этого газа, а также по мере увеличения добычи на собственных месторождениях, эта доля постепенно снизилась до 1,6 % в 2014 г. В конце 2019 г. на крупном месторождении Левиафан началась добыча собственного природного газа. Это позволяет резко снизить импорт угля, полностью удовлетворять внутренние потребности страны в природном газе, а также экспортировать до 40 % общей его добычи в соседние Иорданию и Египет.

Недавно заключено многолетнее соглашение на поставку в Египет (крупнейшее и быстро растущее государство на Ближнем Востоке с населением 100 млн чел.) больших объемов израильского природного газа месторождений Тамар и Левиафан. Министерством экологии Израиля подтверждено высокое качество этого газа и условий его поставки по газопроводу в Египет.

Министр энергетики Израиля недавно заявил, что к 2030 г. планируется довести долю природного газа в энергобалансе страны до 30 %, а возобновляемых и альтернативных источников энергии (ВИЭ) – до 10 % (табл.).

Таблица

Структура планируемого энергобаланса, %:

Объект (избранные составляющие)	Израиль, 2030 г.	Мир, 2040 г.
Природный газ	30	24–26
ВИЭ	10	19–25

Многочисленная группа представителей общественности страны в коллективном обращении к министру энергетики высказала мнение, что столь значительное повышение доли природного газа и недостаточное использование

ВИЭ может оказать отрицательное воздействие на качество воздуха и уровень заболеваемости населения.

Благодаря открытию и эксплуатации собственных богатых источников качественного природного газа, Израиль из многолетнего импортера угля, нефти и нефтепродуктов, превращается в крупного экспортера газа, что позволяет существенно оптимизировать структуру энергобаланса. В то же время совершенно недостаточно используются климатические условия страны для максимального использования ВИЭ, среди которых на первом месте – практически неисчерпаемый источник – солнечная энергия, а также накопители энергии. Потенциал использования ВИЭ в Израиле запечатлен на частном примере [6]: по сообщениям Израильской Электрокомпании, 04.04.2020 в 12:55 1,610 МВт из 5,896 МВт получено из альтернативных источников – 27 % по сравнению с обычными 7–10 % (1,336 фотовольтажные системы, 262 – термосолярные, 12 – биогазовые, 0 – ветряные). Несмотря на то, что данный уровень достигнут из-за сокращения деятельности сферы услуг в связи с эпидемией *COVID-19*) и в пик солнечной активности, зарегистрированный рекорд достаточно нагляден.

Исходя из изложенного, представляется актуальным для Израиля использовать методику и выводы анализируемого Прогноза для углубленной разработки и постоянного совершенствования долгосрочных прогнозов развития энергетики страны. Назрела необходимость укрепления аналитической службы Минэнерго либо, по примеру США, России и других стран создания специального научного коллектива по разработке долгосрочных прогнозов.

США показывают примеры широкого и всестороннего общественного обсуждения новаторских идей и направлений развития энергосбережения. В качестве показательного примера можно сослаться на дискуссию экспертов по поводу всестороннего рассмотрения преимуществ и побочных следствий принятия в Калифорнии постановления об обязательной установке солнечных панелей на крышах зданий [7].

По нашему мнению, для этого в Израиле недостаточно пропагандируются основы энергосбережения в научной среде, а также в широких слоях населения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. ООН. «Цели в области устойчивого развития». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/sustainable-development-goals/> (дата обращения 10.04.2020).
2. Bhattacharyya S.C. Energy Economics. Springer. – 2011.
3. Макаров А.А. Прогноз развития энергетики мира и России. Москва. – 2019. – 210 с.
4. Рудник М. Последствия ошибки пророка Моисея. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://club.berkovich-zametki.com/?p=50721> (дата обращения 10.04.2020).
5. Menin M., Heinhorn O. Implementation of Thermal Energy Storage Systems. Hashmal ve Anashim. – № 47. – pp. 90–92.
6. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.bizportal.co.il/gazandoil/news/article/779267>, <https://www.calcalist.co.il/local/articles/0,7340,L-3806210,00.html> (дата обращения 10.04.2020).
7. Roberts D. California requires solar panels on all new homes. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.vox.com/energy-and-environment/2018/5/15/17351236/california-rooftop-solar-pv-panels-mandate-energy-experts> (дата обращения 10.04.2020).